

положение и отсутствие инвестиций, ГКП «Харьковкоммуночиствод» выполнил ремонт коллекторов методом санации общей протяженностью 3000 пог. метров.

Дороговизна полимерных материалов, получение их в основном из стран зарубежья существенно тормозят их широкое применение для повышения надежности объектов водоотведения. С учетом этого на ГКП «Харьковкоммуночиствод» в сотрудничестве с ОАО «Харпласт-масс» ведутся поиски вариантов изготовления изделий из полимеров с использованием вторичных материалов. Создано предприятие по получению гранулята для его дальнейшего использования при изготовлении продукции для нужд жилищно-коммунального хозяйства, в том числе для конструктивов водоотведения.

Получено 21.02.2003

УДК 539.3

А.А.ЧУПРЫНИН, канд. техн. наук

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНОЙ НАДЕЖНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Тонкостенные конструкции составляют обширный класс механических объектов, которые используются в современном строительстве. В условиях эксплуатации такие конструкции часто подвергаются воздействию интенсивных нагрузок. Это приводит к появлению больших напряжений, возникновению деформаций ползучести и накоплению повреждаемости. Учет нелинейных факторов (нелинейные зависимости деформаций от перемещений и напряжений от деформаций) позволяет определить их истинные значения и получить реальную картину напряженно-деформированного состояния (НДС) в системе. На ее основании можно надежно решать такие задачи, как увеличение несущей способности, уменьшение массы конструкций и оптимальное использование материалов.

Условия эксплуатации современных элементов строительных конструкций характеризуются значительными внешними воздействиями, которые могут привести к тому, что материалы, из которых они изготовлены, начинают работать за пределами упругости. Обычно при проектировании стараются избежать возможности появления необратимых деформаций, что зачастую приводит к неоправданному повышению материалоемкости. Однако в большинстве случаев при появлении деформаций ползучести конструкции сохраняют свои прочностные свойства длительное время, что вызывает необходимость располагать методами адекватного анализа их НДС и длительной прочности.

Расчеты элементов конструкций с учетом динамической ползучести до настоящего времени практически не выполнялись. Основы рас-

чета на динамическую ползучесть до разрушения заложены в работах О.К.Морачковского [1] и его учеников. Получено решение задачи ползучести и накопления повреждаемости при совместном действии на тело статических и гармонически изменяющихся нагрузок на основе методики асимптотических разложений метода двух масштабов времени. Задача ползучести в этом случае с точностью асимптотического разложения сводится к двум связанным системам уравнений, одна из которых в масштабе “медленного” времени (основное движение) отвечает начально-краевой задаче стационарной ползучести, а вторая – в масштабе “быстрого” времени – задаче вынужденных колебаний тела.

Сложная геометрия конструктивных элементов обуславливает необходимость использования в расчетах современных численных методов механики деформируемого твердого тела. В связи с этим для анализа НДС элементов конструкций в последнее время широко применяют метод конечных элементов (МКЭ), практически ставший на сегодня стандартом решения сложных инженерных задач [2].

В работе на основе вариационного принципа Лагранжа выполнена математическая постановка задачи расчета тонких неосесимметричных оболочек вращения, деформирующихся в условиях ползучести. Основные зависимости, описывающие параметры упругого деформирования тонких оболочек вращения, представляются уравнениями теории тонких оболочек, использующей гипотезы Кирхгофа - Лява с учетом нелинейных членов в геометрических соотношениях [3]. Полная система уравнений замыкается физическими соотношениями, описываемыми инкрементальной теорией типа течения Ю.Н. Работнова [4] со структурным параметром, учитывающим накопление повреждаемости в материале вследствие ползучести.

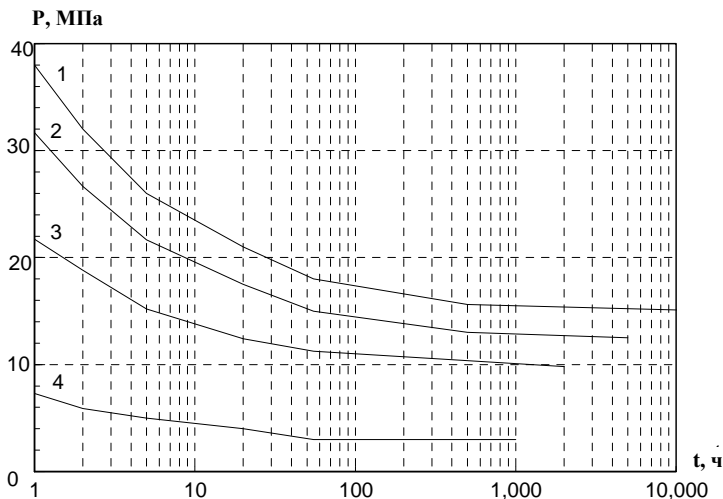
Для решения начальной задачи выбран путь интегрирования по времени методом прогноза-коррекции, краевой задачи используется двумерный четырехузловой элемент, с успехом примененный для решения упругих задач [2]. На каждом шаге по времени для решения краевой задачи с помощью МКЭ система линейных алгебраических уравнений решается методом Холецкого, применение которого представляется эффективным благодаря его быстродействию, обусловленному обработкой только симметричной части элементов ненулевых диагоналей матрицы. Расчет динамической ползучести включает решение задачи о вынужденных колебаниях [1], в этом случае применяется фронтальный метод, позволяющий выполнять операции с неопределенно положительными матрицами динамической жесткости.

Выполнены численные исследования динамической ползучести тонкой шарнирно опертой по краям открытой цилиндрической обо-

лочки, нагруженной постоянной составляющей внутреннего давления P и изменяющейся с частотой 930 Гц динамической составляющей давления амплитудой P_a . Размеры оболочки: радиус $R=0,1$ м, длина $L=0,05$ м, угол раскрытия $\varphi=45^\circ$, толщина $h=0,003$ м. Оболочка изготовлена из алюминия и равномерно прогрета до температуры $T=350$ К.

Частотный спектр и формы свободных колебаний этой оболочки найдены предварительными расчетами. Установлено, что первая собственная частота равна 831, вторая – 1018 Гц. Таким образом, частота внешнего воздействия находится в диапазоне, когда демпфированием можно пренебречь. Расчетами показано, что сходимость аппроксимационных схем, используемых при решении статической задачи деформирования оболочек, распространяется и на динамическую задачу. При этом для более высоких частот требуется применение более мелкой сетки разбиения.

Данные расчета показывают, что вследствие ползучести интенсивность напряжения в оболочке заметно перераспределяется. Вместе с тем, из-за ползучести, существенным является рост прогибов со временем, значения которых могут в несколько раз превышать начальные. Кроме того, следует отметить, что наложенное динамическое воздействие влияет не только на скорость процесса ползучести, но и на характер распределения НДС в оболочке. На рисунке приведены кривые длительной прочности оболочки при различном значении динамической составляющей давления (1 – $P_a=0$; 2 – $P_a=0,1$ Р; 3 – $P_a=0,2$ Р; 4 – $P_a=0,4$ Р), которые позволяют оценить ресурс данной конструкции при различных значениях постоянной и амплитудной составляющих внешнего воздействия.



Кривые длительной прочности

1. Морачковский О.К. О нелинейных задачах ползучести тел при воздействии быстро осциллирующего поля // Прикладная механика. – 1992. – Т. 28. – №8. – С. 17-23.
2. Усюкин В.И. Строительная механика конструкций космической техники. – М.: Машиностроение, 1988. – 292 с.
3. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. – М.: Наука, 1972. – 431 с.
4. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. – М.: Наука, 1966. – 752 с.

Получено 18.02.2003

УДК 628.112

Т.В. ДМИТРЕНКО, Т.В. МОМОТ, канд. экон. наук

Харьковская государственная академия городского хозяйства

В.В. ЯКОВЛЕВ, канд. техн. наук

Харьковская комплексная геологическая партия КП «Южургеология»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ РОДНИКОВ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ

Приведены результаты расчета основных показателей технико-экономического обоснования мероприятий по инженерной защите и благоустройству родников, а также кондиционированию родниковых вод на примере г. Харькова.

Обязательным условием внедрения любого инженерного проекта в области природопользования является обоснование его эффективности [1]. До настоящего времени вопрос технико-экономического обос-